

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 614 375

②1 N° d'enregistrement national :

87 05769

⑤1 Int Cl⁴ : F 16 C 35/077, 32/04.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23 avril 1987.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 43 du 28 octobre 1988.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE MAGNE-
TIQUE S.A., Société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Maurice Brunet.

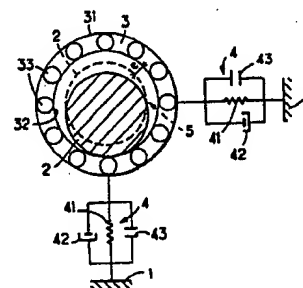
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Palier auxiliaire radial pour suspension magnétique.

⑤7 Le palier auxiliaire radial comprend un dispositif 4 de limitation de la fréquence de tourbillonnement du rotor 2 lors d'un atterrissage de celui-ci sur le support fixe 1, lequel dispositif limiteur 4 est interposé entre le support fixe 1, et comprend a) des moyens 41 formant ressort dont la raideur permet de créer une fréquence propre du rotor 2 dont la valeur est inférieure ou égale à la moitié de la vitesse de rotation nominale du rotor, et de préférence est comprise entre environ le tiers et le cinquième de cette vitesse de rotation nominale, b) des moyens 42 d'amortissement des moyens 41 formant ressort et c) des moyens 43 formant butée mécanique pour limiter l'amplitude des mouvements de tourbillonnement du rotor 2 à une valeur de l'ordre de la moitié de l'épaisseur e du jeu 5 du palier auxiliaire.

Le dispositif limiteur 4 est avantageusement constitué par une lame d'acier ondulée.



R 2 614 375 - A1

PALIER AUXILIAIRE RADIAL POUR SUSPENSION MAGNETIQUE.

La présente invention a pour objet un palier auxiliaire radial pour une suspension magnétique comprenant au moins deux paliers magnétiques radiaux de support d'un rotor, le palier 05 auxiliaire comprenant une cage extérieure, une cage intérieure et des éléments de roulement disposés entre les cages extérieure et intérieure, l'une des cages extérieure et intérieure étant tournée vers un support fixe et l'autre cage intérieure ou extérieure étant tournée vers un rotor monté sur des paliers magnétiques 10 radiaux, un jeu dont l'épaisseur est de l'ordre de la moitié de l'entrefer des paliers magnétiques radiaux étant ménagé en service normal entre l'une des cages extérieure et intérieure et le rotor ou le support fixe.

Les machines tournantes à paliers magnétiques actifs sont 15 traditionnellement équipées de paliers auxiliaires destinés à protéger le stator et le rotor des électro-aimants de palier magnétique contre tout contact mécanique en cas de surcharge ou de défaillance de l'asservissement ou encore lors d'un arrêt de la machine. Ces paliers auxiliaires qui sont décrits par exemple dans 20 le document de brevet US-A-4 180 946 sont habituellement des roulements à billes. L'une des bagues du roulement est fixée au bâti de la machine tandis que l'autre bague présente par rapport au rotor un jeu d'environ la moitié de l'entrefer du palier magnétique radial associé.

25 Les rotors montés sur paliers magnétiques présentent souvent des vitesses de rotation nominales très élevées. Dans ce cas, lors d'un atterrissage sur les paliers auxiliaires en cas de défaillance de l'asservissement ou coupure de l'alimentation des paliers magnétiques, le rotor présente des mouvements de 30 tourbillonnement à sa vitesse de rotation avec un excentrement qui est alors défini par le jeu du palier auxiliaire. Dans ce cas, le balourd peut être très important et peut provoquer la destruction des roulements ou une déformation du rotor.

Ainsi, à titre d'exemple, pour un rotor de petit 35 compresseur dont la masse serait de 30 kg et la vitesse de rotation

de 30 000 tours par minute, un jeu de palier auxiliaire classique de l'ordre de 0,15 mm crée une force centrifuge de l'ordre de 45 000 N lors de l'atterrissage du rotor sur les paliers auxiliaires.

05 La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et à réduire de façon simple et économique le risque de destruction des roulements ou de l'arbre tournant lors de l'intervention de paliers auxiliaires alors que l'arbre tournant est en rotation à vitesse élevée.

10 Ces buts sont atteints grâce à un palier auxiliaire du type défini en tête de la description, caractérisé en ce que, conformément à l'invention, il comprend en outre un dispositif de limitation de la fréquence de tourbillonnement du rotor lors d'un atterrissage de celui-ci sur le support fixe, lequel dispositif
15 limiteur est interposé entre le support fixe et la cage extérieure ou intérieure tournée vers le support fixe, et comprend a) des moyens formant ressort dont la raideur permet de créer une fréquence propre du rotor dont la valeur est inférieure ou égale à la moitié de la vitesse de rotation nominale du rotor, et de
20 préférence est comprise entre environ le tiers et le cinquième de cette vitesse de rotation nominale, b) des moyens d'amortissement des moyens formant ressort et c) des moyens formant butée mécanique pour limiter l'amplitude des mouvements de tourbillonnement du rotor à une valeur de l'ordre de la moitié de
25 l'épaisseur du jeu du palier auxiliaire.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le dispositif limiteur est constitué par une lame d'acier ondulée intercalée entre le support fixe et la cage extérieure ou intérieure tournée vers le support fixe, la raideur des moyens formant ressort étant
30 définie par l'épaisseur de la lame, le pas et la hauteur de l'ondulation de la lame et la largeur de la lame, les moyens d'amortissement étant constitués par les frottements entre la lame et la cage extérieure ou intérieure avec laquelle elle vient en contact lors d'un atterrissage et les moyens formant butée
35 mécanique étant constitués par la lame ondulée dans sa position

d'écrasement maximum.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples, en référence

05 aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un palier auxiliaire muni d'un dispositif limiteur de la fréquence de tourbillonnement du rotor conformément à l'invention,

10 - les figures 2 et 3 sont des vues schématiques d'un palier auxiliaire muni d'un dispositif limiteur particulier à lame ondulée, d'une part lors du début d'un atterrissage du rotor à vitesse élevée et, d'autre part, lorsque le rotor a été immobilisé à la fin du processus d'atterrissage, pour un palier à rotor interne et roulement monté sur le bâti,

15 - les figures 4 et 5 sont des vues analogues à celles des figures 2 et 3 mais pour un palier à rotor interne et roulement monté sur le rotor,

20 - les figures 6 et 7 sont des vues analogues à celles des figures 2 et 3 mais pour un palier à rotor externe et roulement monté sur le rotor,

- les figures 8 et 9 sont des vues analogues à celles des figures 2 et 3 mais pour un palier à rotor externe et roulement monté sur le bâti, et

25 - les figures 10 et 11 sont des vues respectivement de dessus et en élévation d'un exemple de lame ondulée utilisable en tant que dispositif limiteur dans le palier auxiliaire des figures 1 à 9.

On voit sur la figure 1 un palier auxiliaire radial destiné à être utilisé comme palier de secours en combinaison avec
30 un palier magnétique actif radial qui n'a pas été représenté sur le dessin mais dont la structure peut être par exemple conforme à celle définie dans le brevet US 4 180 946 susmentionné.

Le palier auxiliaire radial comprend essentiellement un roulement à billes 3 constitué de façon classique par une cage
35 extérieure 31 et une cage intérieure 32 emprisonnant des billes 33.

Sur la figure 1 on a représenté en pointillés le rotor 2 lorsque les paliers magnétiques radiaux sont en service normal. Le rotor interne 2 est alors séparé de la cage intérieure 32 par un jeu 5 dont l'épaisseur e est de l'ordre de la moitié de celle de l'entrefer des paliers magnétiques radiaux. Le rotor 2 a également été représenté en traits pleins dans la position d'atterrissage qu'il prend lorsque les paliers magnétiques n'assurent plus leur fonction normale de support. Dans ce cas, le rotor 2 vient en contact avec la cage intérieure 32 et compte tenu de la vitesse de rotation du rotor 2 et du jeu 5 à l'intérieur de la cage intérieure 32, prend un mouvement de tourbillonnement qui, en l'absence de moyens particuliers de limitation 4, s'effectue à la fréquence de rotation du rotor et peut provoquer la destruction du roulement 3 ou une déformation du rotor 2.

Comme on l'a représenté de façon symbolique sur la figure 1, selon l'invention, la cage extérieure 31 est montée sur un ressort 41 qui est lui-même fixé sur le bâti 1 de la machine. La raideur du ressort 41 est choisie de manière à obtenir avec la masse du rotor une fréquence propre f_c du rotor 2 qui est inférieure ou égale à la moitié de la fréquence f_N correspondant à la vitesse de rotation nominale ω_N de la machine. La fréquence f_c est avantageusement comprise par exemple entre le tiers et le cinquième de la fréquence f_N . Au-dessus de cette fréquence critique f_c , le rotor 2 tourne autour de son axe d'inertie et le tourbillonnement ne peut exister qu'à une fréquence identique ou inférieure à la fréquence propre f_c du palier auxiliaire 3.

Après avoir atterri sur le palier auxiliaire en présentant une vitesse de rotation élevée voisine de la vitesse de rotation nominale, le rotor 2 ralentit ensuite progressivement tout en présentant un mouvement de tourbillonnement à une fréquence f_c limitée à une fraction, par exemple le tiers de la fréquence de rotation maximale du rotor 2 et ramène alors la force centrifuge exercée sur le rotor à une fraction inférieure qui, dans l'exemple considéré correspond au neuvième, de la valeur que la force centrifuge présenterait en l'absence de dispositif 4 de limitation

de la fréquence de tourbillonnement.

Au moment du passage de la vitesse de rotation du rotor 2 par une valeur correspondant à la fréquence propre f_c définie par la suspension auxiliaire 4 comprenant le ressort 41, une surtension
05 éventuelle est évitée grâce à la présence d'un élément 42 d'amortissement du ressort 41. Une butée mécanique 43 limite en outre l'amplitude du mouvement de tourbillonnement du rotor à une valeur de l'ordre de la moitié du jeu e du palier auxiliaire.

Les figures 2 et 3 montrent un exemple de réalisation
10 pratique du dispositif 4 de limitation de la fréquence de tourbillonnement du rotor. Selon ce mode de réalisation, une lame d'acier ondulée 44 est intercalée entre la bague extérieure du roulement 3 et le bâti 1.

L'aspect de la lame d'acier ondulée flexible 44 avant sa
15 mise sous la forme d'anneau est représenté sur les figures 10 et 11. L'épaisseur a de la lame 44, le pas p et la hauteur h de l'ondulation et la largeur L de la lame 44 définissent la raideur du ressort que constitue cette lame 44 lorsqu'elle est interposée entre une cage de roulement 3 et le bâti 1.

20 Les frottements entre d'une part la lame 44 et d'autre part d'un côté le roulement 3 et de l'autre côté le bâti 1 fournissent un amortissement important, surtout pour les mouvements circulaires qui font avancer la partie comprimée de la lame ressort 44 le long de la circonférence du roulement 3 de sorte que la lame
25 ondulée 44 joue également le rôle de l'amortisseur 42 de la figure 1. Par ailleurs, l'écrasement total de la lame ondulée 44 (figure 3) joue le rôle de la butée mécanique 43 de la figure 1.

La figure 2 représente le début d'une phase d'atterrissage du rotor 2 sur le palier auxiliaire, la lame ondulée
30 44 n'étant pas encore déformée tandis que la figure 3 représente la fin d'une phase d'atterrissage du rotor 2 au moment où ce dernier est immobilisé. On voit que la lame ondulée 44 a été fortement déformée mais par sa triple fonction de ressort, d'amortisseur et de butée a permis de réduire les forces centrifuges exercées et
35 donc de conserver l'intégrité du rotor 2 et du roulement 3.

Les figures 2 et 3 montrent un exemple de palier auxiliaire dans lequel le rotor 2 est interne et le roulement 3 est monté sur le bâti 1.

L'invention s'applique toutefois à des configurations différentes de paliers auxiliaires. On a ainsi représenté sur les figures 4 et 5, 6 et 7, 8 et 9, sous une forme analogue aux figures 2 et 3 respectivement, la mise en oeuvre d'un dispositif limiteur 4 à lame ondulée 44 dans le cas de modes de réalisation différents du roulement 3 par rapport au rotor 2 et au bâti 1.

10 Ainsi, sur les figures 4 et 5, le rotor 2 est interne et le roulement 3 est monté sur le rotor 2. Sur les figures 6 et 7, le rotor 2 est externe et le roulement 3 est monté sur le rotor, le palier étant supporté par un mandrin central 1 solidaire du bâti. Enfin, sur les figures 8 et 9, le rotor 2 est externe et le
15 roulement 3 est monté sur le mandrin central 1 solidaire du bâti.

REVENDICATIONS

1. Palier auxiliaire radial pour une suspension magnétique comprenant au moins deux paliers magnétiques radiaux de support d'un rotor, le palier auxiliaire comprenant une cage extérieure (31), une cage intérieure (32) et des éléments de roulement (33) disposés entre les cages extérieure (31) et intérieure (32), l'une des cages extérieure (31) et intérieure (32) étant tournée vers un support fixe (1) et l'autre cage intérieure (32) ou extérieure (31) étant tournée vers un rotor (2) monté sur des paliers magnétiques radiaux, un jeu (5) dont l'épaisseur (e) est de l'ordre de la moitié de l'entrefer des paliers magnétiques radiaux étant ménagé en service normal entre l'une des cages extérieure (31) et intérieure (32) et le rotor (2) ou le support fixe (1), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif (4) de limitation de la fréquence de tourbillonnement du rotor (2) lors d'un atterrissage de celui-ci sur le support fixe (1), lequel dispositif limiteur (4) est interposé entre le support fixe (1) et la cage extérieure (31) ou intérieure (32) tournée vers le support fixe (1), et comprend a) des moyens (41) formant ressort dont la raideur permet de créer une fréquence propre du rotor (2) dont la valeur est inférieure ou égale à la moitié de la vitesse de rotation nominale du rotor, et de préférence est comprise entre environ le tiers et le cinquième de cette vitesse de rotation nominale, b) des moyens (42) d'amortissement des moyens (41) formant ressort et c) des moyens (43) formant butée mécanique pour limiter l'amplitude des mouvements de tourbillonnement du rotor (2) à une valeur de l'ordre de la moitié de l'épaisseur (e) du jeu (5) du palier auxiliaire.
2. Palier auxiliaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif limiteur (4) est constitué par une lame d'acier ondulée (44) intercalée entre le support fixe (1) et la cage extérieure (31) ou intérieure (32) tournée vers le support fixe (1), la raideur des moyens formant ressort étant définie par l'épaisseur (a) de la lame (44), le pas (p) et la hauteur (h) de l'ondulation de la lame (44) et la largeur (L) de la lame (44), les

moyens d'amortissement (42) étant constitués par les frottements entre la lame (44) et la cage extérieure (31) ou intérieure (32) avec laquelle elle vient en contact lors d'un atterrissage et les moyens (43) formant butée mécanique étant constitués par la lame 05 ondulée (44) dans sa position d'écrasement maximum.

1/2

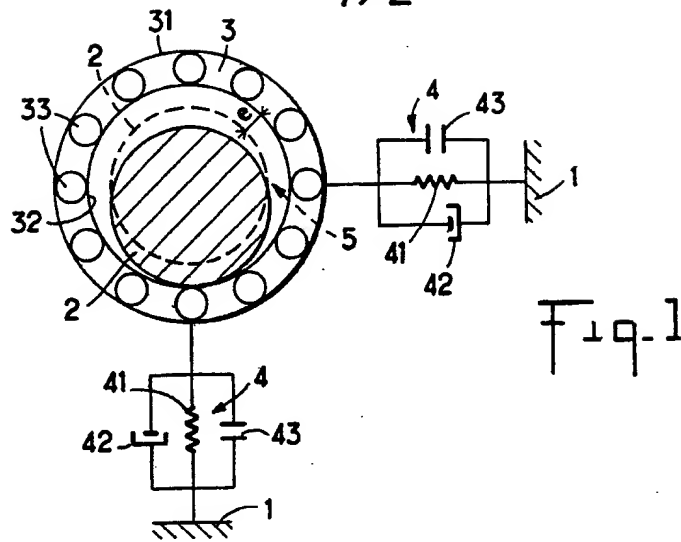


Fig. 2

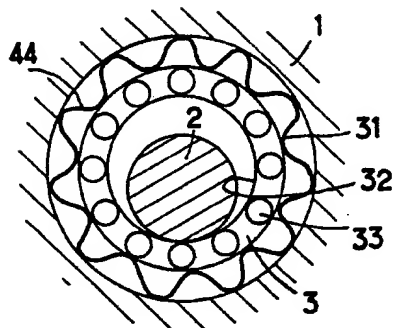


Fig. 4

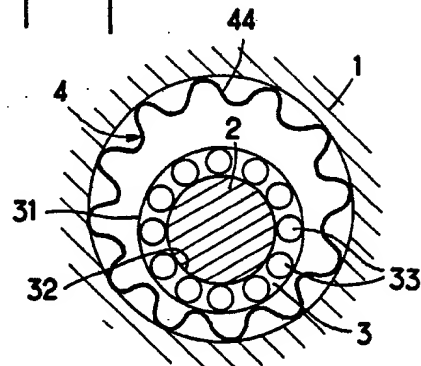


Fig. 3

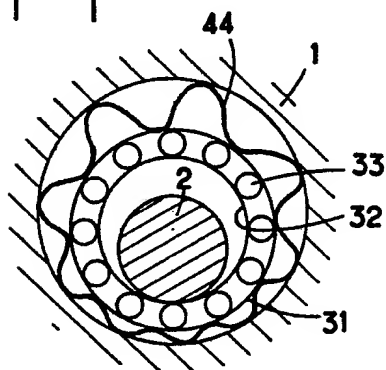
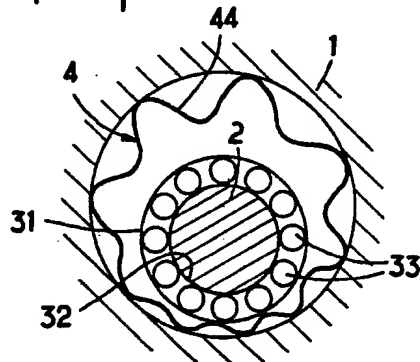


Fig. 5



2/2

Fig. 6

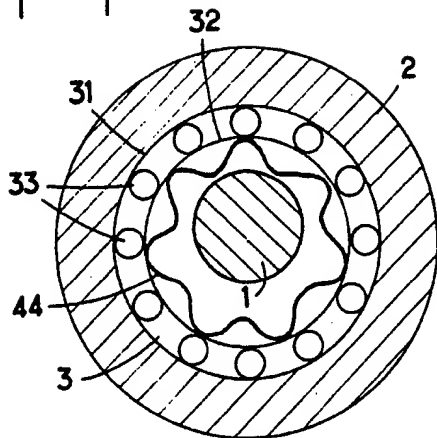


Fig. 8

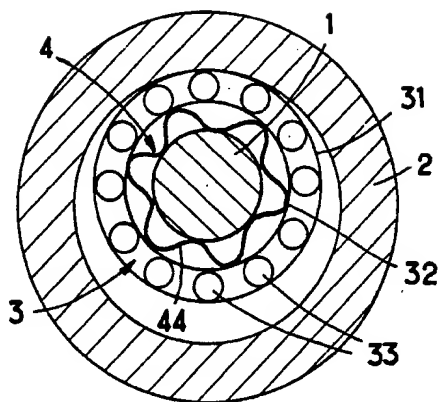


Fig. 7

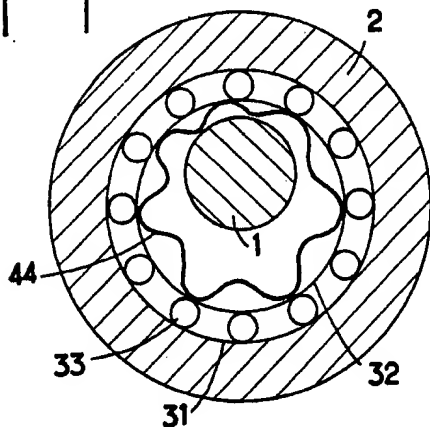


Fig. 9

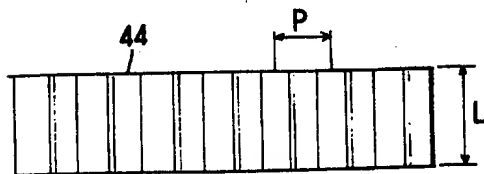
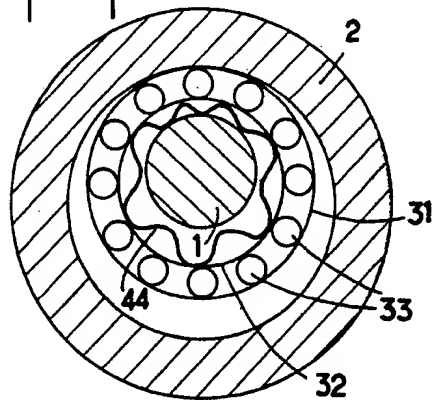


Fig. 10

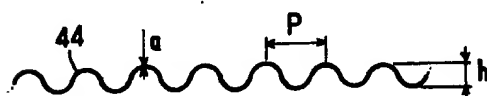


Fig. 11

DERWENT-ACC-NO: 1988-355740
DERWENT-WEEK: 198850
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Auxiliary radial magnetic bearing - has radial spring
with damper and
vibration amplitude limiter

INVENTOR: BRUNET, M

PATENT-ASSIGNEE: SOC MEC MAGNETIQUE [MECAN]

PRIORITY-DATA:
1987FR-0005769 (April 23, 1987)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
FR 2614375 A	October 28, 1988	N/A
011	N/A	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
FR 2614375A	N/A	1987FR-0005769
April 23, 1987		

INT-CL (IPC): F16C032/04; F16C035/07
ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2614375A

BASIC-ABSTRACT:

The shaft (2) is suspended magnetically in the internal cage (32) with a constant radial clearance (5) . The clearance, in normal service is one half the air gap of the magnet. During the slowing down phase, the shaft will tend to whirl within the clearance and could destroy the magnetic bearing (5) .

An auxiliary bearing (4) allows the magnetic bearing a degree of radial flotation. The auxiliary bearing comprises a spring (41) with a damper (42)

and amplitude limiter (43).

ADVANTAGE - Magnetic suspension is protected from shaft vibration during variations in shaft speed.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/11

DERWENT-CLASS: Q62